

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Setiap tahunnya kebutuhan tenaga listrik untuk keperluan rumah tangga maupun industri terus meningkat. Transmisi dan distribusi listrik dari pembangkit ke pemakai harus dikirim dengan sistem yang baik. Suatu sistem tenaga listrik dikatakan baik atau handal apabila sistem tenaga listrik tersebut mampu menghasilkan kualitas daya yang baik sesuai tetapan frekuensi dan tegangan yang berlaku serta mampu mengirim tenaga listrik tersebut secara terus menerus ke konsumen. Sekitar 60% dari permasalahan sistem tenaga listrik ialah *voltage sag* [1].

*Voltage sag* adalah penurunan tegangan sementara dari 10% sampai 90% terhadap tegangan normal pada frekuensi selama setengah siklus sampai dengan satu menit [2]. Adapun beberapa penyebab terjadinya *voltage sag* pada sistem tenaga listrik yaitu *short circuit*, *starting* motor induksi dengan daya yang besar, dan beban yang berubah secara tiba-tiba [3]. Arus ketika terjadi *short circuit* pada beban atau arus pada motor ketika dilakukan *starting* akan menyebabkan terjadinya kedip pada lampu penerangan dan jika arusnya semakin besar akan mengakibatkan *voltage sag* yang dapat merusak peralatan elektronika yang sensitif terhadap perubahan tegangan [3]. Terjadinya kedip pada lampu penerangan disebabkan oleh *voltage sag* yang mencapai nilai 0.25-0.5% dari tegangan normal [4].

Distribusi listrik pada daerah industri sering terjadi *voltage sag*. *Voltage sag* ini terjadi dikarenakan banyak pabrik-pabrik besar yang menggunakan motor-motor listrik berdaya besar. Penggunaan motor listrik berdaya besar akan menyebabkan gangguan arus hubung singkat pada jaringan distribusi. Gangguan disini bisa berupa simetris maupun asimetris dan ini akan menyebabkan terjadinya *voltage sag*. *Voltage sag* ini akan mengganggu proses produksi, sehingga dibutuhkan distribusi listrik yang kontinu. Tersedianya distribusi listrik yang kontinu pada daerah industri akan membuat perusahaan terhindar dari *loss of production* yang secara finansial perusahaan tersebut akan dirugikan [5].

Ada beberapa cara untuk mengatasi *voltage sag*, salah satunya dengan menggunakan *dynamic voltage restorer* (DVR). DVR merupakan sebuah peralatan elektronika daya yang efektif digunakan untuk melindungi beban sensitif dengan respon yang cepat dan memperbaiki kualitas listrik yang disebabkan oleh *voltage sag* secara efisien [6]. Fungsi dasar DVR ialah untuk menginjeksikan tegangan dengan besar, sudut fasa, dan frekuensi yang tepat ketika sumber tegangan terjadi ketidakseimbangan atau gangguan [7]. Ketika terjadi *voltage sag*, DVR akan menginjeksikan tegangan agar tegangan kembali pada nilai semula. DVR harus tepat dalam menentukan berapa tegangan yang harus diinjeksikan pada sistem. Oleh karena itu diperlukan suatu kontrol handal agar tegangan yang diinjeksikan dapat mendekati nilai tegangan efektif.

Salah satu kontrol yang digunakan untuk mengendalikan DVR yaitu menggunakan *proportional-integral* (PI). Penggunaan PI ini dikarenakan PI memiliki struktur yang sederhana dan memberikan kinerja yang baik pada sistem. PI digunakan karena dapat memperbaiki sinyal transien dan menghilangkan *error steady state* pada gelombang tegangan yang dikeluarkan oleh DVR [6].

Pada skripsi yang ditulis oleh Abdul Haris Ardian, dilakukan perbandingan antara PID dan PID-ANFIS *controller*. Untuk mendapatkan nilai  $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$ , PID *controller* disini menggunakan trial and error. Hasilnya pada tegangan 220 V dan *voltage sag* 10% PID menghasilkan perbaikan tegangan sebesar 219.4 V dan THD 1.07%, sementara PID-ANFIS menghasilkan perbaikan tegangan sebesar 220.6 V dan THD 1.28%. PID unggul pada nilai THD tapi kalah pada nilai perbaikan tegangan. Pada jurnal IEEE 2018 yang ditulis oleh Rinat R. Nasyrov dan Raseel I. Aljendy, dilakukan perbandingan antara Fuzzy-PI dengan PSO-PI pada tegangan 66 kV ketika terjadi harmonisa dan tegangan reaktif pada kondisi beban yang tidak sama. Hasilnya PSO-PI mampu menghasilkan THD yang sama dengan Fuzzy-PI yaitu sebesar 1.88%, sementara pada beban *nonlinear* PSO-PI lebih handal mengatasinya. Pada skripsi yang ditulis oleh Achmad Sa,I Handika, dilakukan perbandingan antara PID *tunning harmony search* dengan PID *tunning* PSO

untuk pengendali motor induksi tiga fasa. Hasilnya, *tunning* dengan PSO mendapat nilai waktu naik dan error lebih baik daripada *tunning* dengan *harmony search*. Oleh karena itu, pada penelitian kali ini untuk *tunning* PI *controller* menggunakan algoritma PSO.

Pada penelitian kali ini PI berdasarkan algoritma *particle swarm optimization* (PSO) digunakan untuk mendapatkan nilai Kp dan Ki yang tepat ketika terjadi *voltage sag*. PI *Controller* yang sudah dituning dengan PSO digunakan untuk mencapai performa optimal tegangan DC dalam menginjeksikan tegangan ketika terjadi *voltage sag* dan beban *nonlinear* [8].

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan diatas dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mendesain sistem kontrol tegangan distribusi saat terjadi *voltage sag*?
2. Bagaimana implementasi algoritma PSO untuk optimalisasi parameter PI sebagai kontrol tegangan distribusi saat terjadi *voltage sag* menggunakan DVR?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar sesuai dengan harapan dan terarah pada judul yang sudah disebutkan diatas, penulisan tugas akhir ini diberi batasan masalah. Adapun batasan-batasan masalah tersebut yaitu:

1. Data sistem distribusi listrik dan DVR menggunakan: Seon-Yeong Jeong dkk, “*Nonlinear Control of Three-Phase Four-Wire Dynamic voltage restorers for Distribution System*”, International Power Electronics Conference, Korea, 2014
2. Difokuskan pada *voltage sag* yang diakibatkan oleh *short circuit*.

## 1.4 Tujuan

Penulisan tugas akhir ini harus sesuai dengan harapan. Oleh karena itu, dibutuhkan tujuan untuk mencapainya. Adapun tujuan-tujuan tersebut ialah:

1. Menghasilkan sistem kontrol tegangan distribusi saat terjadi *voltage sag*.
2. Menghasilkan parameter kontrol PI yang optimal dengan menggunakan algoritma PSO

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan pada tugas akhir Analisis dan Perbaikan *Voltage sag* Menggunakan *Dynamic voltage restorer* (DVR) Dengan *PI Controller* Berdasarkan Algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi tentang pendahuluan yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi tentang tinjauan pustaka yang berkaitan pada pembuatan dan penyelesaian tugas akhir ini yang meliputi sistem distribusi tenaga listrik, gangguan hubung singkat pada sistem distribusi, *voltage sag*, *dynamic voltage restorer*, dan sistem kendali.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Berisi tentang tahap pemodelan sistem distribusi ketika terjadi *voltage sag* dan perbaikannya menggunakan DVR serta mengatur *PI Controller* agar menghasilkan tegangan yang mendekati tegangan efektif.

### **BAB IV ANALISA SISTEM**

Berisi tentang analisa sistem terhadap pemodelan yang sudah dibuat dan sudah dimasukkan data dari jurnal.

### **BAB V PENUTUP**

Berisi tentang kesimpulan dan saran mengenai hasil analisa sistem pada tugas akhir ini.